心理科学进展 2018, Vol. 26, No. 3, 476–487
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2018.00476

孤独症者面孔加工中眼部注视不足，是回避还是忽视？*

荆 伟[1] 刘仔琴[2]

([1]陕西师范大学教育学院，西安 710062) ([2]黔南州特殊教育学校，贵州 都匀 558022)

摘 要 临床行为观察发现，孤独症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, 简称 ASD)个体在社会交往中较少注视他人眼部。近年的眼动研究发现，ASD 个体面孔加工中的眼部注视不足随年龄增长而逐渐显现，与脑电技术相结合的眼动研究进一步发现 ASD 个体的面孔认知加工障碍与眼部注视不足存在关联。该障碍的潜在认知神经机制可能既源于原生性的杏仁核激活异常，也源于次生性的社会脑发展异常。然而，ASD 个体的杏仁核是过度激活主动回避眼部还是激活不足被动忽视眼部尚无定论。今后研究者应横跨不同年龄阶段和不同研究层次，同时搜集眼动与神经生理数据，开展横向比较与纵向追踪相结合的相关研究。

关键词 ASD 个体；面孔加工；眼部注视不足；杏仁核激活异常
分类号 R395

在人类社会交往中，眼睛提供着重要的社会适应性信息。正常(Typically Developmental, 简称 TD)个体面孔加工的相关研究证实，相对于面孔其它部位，TD 个体更偏好于注视眼部(Itier & Batty, 2009)。然而，临床行为观察发现，孤独症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, 简称 ASD)个体在 12 个月时，在社会交往中就较少看向他人眼睛(Zwaigenbaum et al., 2005)。因此，ASD 的主要筛查和诊断工具亦将眼部注视不足(Diminished Eye Region Fixation)列为 ASD 个体非言语交流行为缺陷中的一项非常重要的评估诊断指标(Lord et al., 2000)。近年来，大量研究者运用眼动追踪技术考察了不同年龄发展阶段的 ASD 个体在去情景化的独立面孔或包括面孔的社会场景中的面孔加工模式。相关研究结果显示，ASD 个体在实验情境中是否表现出眼部注视不足尚存分歧。此外，关于 ASD 个体眼部注视不足的潜在认知神经机制，不同研究者之间亦存在杏仁核过度激活主动回避眼部(Actively Eye Region Avoidance)和杏仁核激活不足被动忽视眼部(Passively Eye Region Indifference)两种理论假设之争。鉴于上述研究结果和理论解释存在的分歧，本文将首先梳理不同年龄发展阶段的 ASD 个体面孔加工中眼部注视的研究结果，以及与之相关的面孔认知加工障碍，即眼部注视不足相关的神经功能后果。随后，本文将借鉴面孔双重加工理论探讨 ASD 个体面孔加工中眼部注视不足的潜在认知神经机制。本文旨在通过对相关研究结果的深入分析与整合，以期明晰导致上述分歧的影响因素，进而为后续研究提供新思路。

1 ASD 个体面孔加工中眼部注视不足的年龄发展效应

自 Klin 等人(2002)首次利用眼动技术考察高功能 ASD 青少年在电影片段社会场景中的面孔加工以来，不同研究者同样运用眼动技术，呈现孤立面孔或社会场景的图片或视频，考察了不同年龄发展阶段 ASD 个体的面孔加工。与 Klin 等人的研究结果不同，后续研究并未一致发现 ASD 个体比 TD 对照组更少注视眼部(Falck-Ytter & von Hofsten, 2011)。通过梳理已有研究结果，笔者发现 ASD 个体眼部注视不足是随年龄发展逐渐显现的。

收稿日期：2016-12-10
* 2014 年度教育部人文社会科学研究青年项目：“情境影响自闭症儿童运用眼睛注视线索习得词语的研究”(项目编号：14YJC880024)资助。
通信作者：荆伟, E-mail: jingwei@snnu.edu.cn

1.1　ASD 婴幼儿面孔加工中眼部注视正常

ASD 婴幼儿面孔加工的眼动研究根据被试类型和研究类型可分为三类：第一类是直接以被确诊的 ASD 婴幼儿为被试进行的横向研究；第二类和第三类分别是以高危 ASD 婴幼儿为被试进行的前瞻研究(Prospective Research)和纵向追踪前瞻研究。通过此三类研究，研究者一致发现在生命早期 ASD 个体面孔加工中眼部注视与 TD 个体并无差异，但发展趋势存在差异。

1.1.1　确诊 ASD 婴幼儿面孔加工的横向研究

由于大部分 ASD 个体直到 3 岁才能够确诊(Cox et al., 1999)，因此直接以 2 岁以内的确诊 ASD 婴幼儿为被试的研究相对较少。近年来，随着评估诊断技术的进步，ASD 婴幼儿确诊年龄逐步提前(Klin, Klaiman, & Jones, 2015)，ASD 个体生命早期的相关研究亦逐渐增多。此类研究发现，ASD 个体的眼部注视时间在生命早期与对照组并无差异。例如，一项以 20 个月左右的 ASD 幼儿为被试，以生理年龄匹配的发展迟滞(Developmental Delay，简称 DD)和 TD 幼儿为对照组，呈现儿向语言和共同注意两种社会场景以及制作三明治和玩具运动两种非社会场景的动态视频，考察其视觉注意模式。研究结果显示，ASD 幼儿仅在社会场景里比对照组更少地注视面孔，但在所有场景里两组的眼部注视比率并无差异。这说明无论场景是否具有社会互动性质，ASD 婴儿眼部注视时间与对照组不存在差异(Chawarska, Macari, & Shic, 2012)。

1.1.2　高危 ASD 婴幼儿面孔加工的前瞻研究

有研究显示同胞兄妹共同发生 ASD 的概率接近 5%~10% (Sumi, Taniai, Miyachi, & Tanemura, 2006)，同胞兄妹已被确诊为 ASD 的高危婴幼儿的患病风险是普通婴幼儿的 20 倍(Ritvo et al., 1989)。因此，通过以高危婴儿为被试进行的前瞻研究，研究者可以考察 ASD 个体确诊之前的早期行为征兆。该类研究结果一致表明，后期确诊与未确诊高危婴儿以及 TD 婴儿在 6 个月时的眼部注视时间并无差异(Chawarska, Macari, & Shic, 2013; Elsabbagh et al., 2012)。例如，Chawarska 等人(2013)呈现 Chawarska 等人(2012)所使用的场景视频，以 6 个月的高危 ASD 婴儿为被试，考察其视觉注意模式。研究结果显示，虽然后期确诊的高危婴儿在 6 个月时比未确诊的高危婴儿更少注视人物及其面孔，但其眼部注视时间与对照组并无差异。

另有研究引入刺激材料变量，以眼嘴注视指数(Eye Mouth Index，简称 EMI，眼部注视时间除以眼部和嘴部注视时间之和)为因变量，考察场景因素对确诊和未确诊的高危 ASD 婴幼儿以及 TD 婴幼儿面孔加工的影响作用(Merin, Young, Ozonoff, & Rogers, 2007; Shic, Macari, & Chawarska, 2014)。研究结果显示，场景因素对三组婴儿 EMI 的影响作用相同。例如，Merin 等人(2007)发现在与看护者面对面互动过程中，高危婴儿的 EMI 在 6 个月时与 TD 婴儿并不存在差异，且两组被试在静止中性表情阶段的 EMI 均显著高于动态言语互动阶段。随后，Shic 等人(2014)的研究结果亦显示，后期确诊和未确诊的高危婴儿在 6 个月时 EMI 无差异，且均表现为静态中性表情面孔最高，动态微笑面孔次之，游戏互动场景最低。上述研究说明两组婴儿在 6 个月时眼部注视时间无差异，且均表现为观察静态面孔刺激时更多注视眼部，随着刺激由静态到动态，由无声到有声，眼部注视逐渐减少而嘴部注视逐渐增加。

此外，还有研究进一步发现面孔加工中的眼部注视时间也不能够预测 ASD 高危婴儿后期的孤独症诊断结果(Elsabbagh et al., 2014; Young, Merin, Rogers, & Ozonoff, 2009)。例如，Elsabbagh 等人(2014)呈现“peek-a-boo”游戏视频，考察 ASD 高危婴儿在 7 个月和 12 个月时的面孔加工中眼部注视时间与孤独症症状之间的关系。研究结果显示，在 7 个月和 12 个月时 ASD 高危婴儿的眼部注视时间不能预测 36 个月时的临床诊断结果。这说明后期确诊的高危婴儿的眼部注视与未确诊的高危婴儿在确诊前并无差异。

1.1.3　高危 ASD 婴幼儿面孔加工的纵向追踪前瞻研究

虽然上述前瞻研究并未发现后期确诊与未确诊的高危婴儿之间在 6 个月时眼部注视的差异，但纵向追踪前瞻研究却发现两者在发展趋势上存在差异(Jones & Klin, 2013; Rutherford, Walsh, & Lee, 2015)。例如，Jone 和 Klin (2013)进行了一项从 2 个月到 24 个月的纵向追踪前瞻眼动研究。在该研究中，他们呈现“pat-a-cake”和“peek-a-boo”互动游戏视频，运用眼动技术考察两岁以内的高危婴儿的视觉注视模式的发展过程。研究结果显示，TD 婴幼儿眼部注视比率在 2 至 6 个月显著高

于嘴部、身体和物体注视比率，并稳定地保持至24个月，而后期确诊的高危婴儿的眼部注视比率最初与TD组并无差异，但从2个月时便开始稳定下降，直到24个月左右时与对照组的差异达到显著水平。由此可见，虽然在生命早期ASD个体的眼部注视与TD个体并不存在差异，但其发展趋势存在差异。

1.2 ASD儿童/青少年面孔加工中眼部注视受刺激类型影响

以ASD儿童或青少年为被试的研究发现，ASD个体面孔加工中眼部注视在儿童或青春期受刺激材料和任务要求的影响。当自由观看涉及复杂社会互动性质的社会场景时，或对面孔刺激进行表情识别时，ASD个体眼部注视时间显著少于TD个体；而当自由观看面孔刺激或不涉及社会互动的社会场景时则无差异。

1.2.1 ASD儿童/青少年在面孔刺激中眼部注视正常

以ASD儿童或青少年为被试的眼动追踪研究发现，当呈现去情景化的面孔刺激要求被试进行自由观看时，高功能ASD个体眼部注视时间与TD个体无差异(Chawarska & Shic, 2009; de Wit, Falck-Ytter, & von Hofsten, 2008; Falck-Ytter, Fernell, Gillberg, & von Hofsten, 2010; Grandgeorge, Degrez, Alavi, & Lemonnier, 2016; McPartland, Webb, Keehn, & Dawson, 2011; Nuske, Vivanti, & Dissanayake, 2015; Wagner, Hirsch, Vogel-Farley, Redcay, & Nelson, 2013)。例如，de Wit等人(2008)发现在自由观看静态正性和负性情绪面孔图片时，5岁ASD组与TD组的眼睛注视时间均无差异。Falck-Ytter等人(2010)呈现静态情绪面孔图片和动态情绪面孔视频发现，ASD组的眼部注视时间在两种刺激材料中与TD组无差异，但与社会性障碍程度呈负相关。Chawarska和Shic (2009)考虑到发展因素，以2岁和4岁ASD儿童为被试，呈现静态中性面孔图片，研究结果发现ASD幼童的眼部注视时间在2岁和4岁时与TD幼童亦无差异。近年，Nuske等人(2015)还发现无论是直视面孔还是斜视面孔，ASD幼童与TD对照组的眼部注视时间亦无差异。因此，在自由观察面孔刺激时，ASD儿童或青少年的眼部注视时间与TD对照组无差异，且不受情绪类别、视线方向以及刺激材料的影响。

不过也有研究发现，当要求被试进行面孔表情识别时，ASD青少年在某些表情识别中比TD青少年更少注视眼部(Dalton et al., 2005; Song, Hakoda, & Sang, 2016; Tottenham et al., 2014)。例如，Tottenham等人(2014)发现，ASD青少年对中性面孔的威胁评估指数越高，就越少注视中性表情面孔的眼部。Song等人(2016)运用表情识别“气泡”任务的研究也发现，与TD青少年相比，高功能ASD青少年在识别高兴和生气表情中眼部注视时间无差异，但他们在恐惧表情识别中则更少注视眼部。研究者们认为高功能ASD青少年在中性或恐惧表情识别中眼部注视不足，可能是因为此类表情识别任务诱发了该群体负性效价情绪过度唤醒而主动回避眼部。

1.2.2 ASD儿童/青少年在场景刺激中眼部注视不足

当呈现社会场景时，大部分研究发现ASD儿童/青少年的眼部注视时间显著少于TD对照组(Hosozawa, Tanaka, Shimizu, Nakano, & Kitazawa, 2012; Jones, Carr, & Klin, 2008; Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002; Moriuchi, Klin, & Jones, 2017; Riby & Hancock, 2008; Rice, Moriuchi, Jones, & Klin, 2012)。例如，Riby和Hancock (2008)呈现静态的自然社会场景图片的研究发现，低功能ASD青少年比生理年龄匹配的TD青少年和心理年龄匹配TD儿童均更少注视面孔和眼部。呈现社会言语互动视频的研究发现，高功能ASD青少年(Klin et al., 2002)和儿童(Jones et al., 2008; Moriuchi et al., 2017)比控制组更少注视眼部，且眼部注视时间越少的ASD儿童表现出越严重的社会性行为障碍(Jones et al., 2008)。因此，无论动态还是静态，ASD青少年或儿童在社会场景中均比对照组更少注视眼部。

近年来，研究者们引入刺激类型变量对同一组ASD儿童或青少年的面孔加工进行直接比较。研究结果证实，仅当面孔呈现在真实复杂自然社会场景中时，此类群体才较少注视眼部(Hanley, McPhillips, Mulhern, & Riby, 2013; Saitovitch et al., 2013; Speer, Cook, McMahon, & Clark, 2007)。例如，Hanley等人(2013)分别呈现静态去情景化的情绪面孔和包括面孔的社会场景的研究发现，在社会场景中阿斯伯格青少年比TD青少年更少注视眼部，而在情绪面孔中两者不存在差异。然而，

已有研究所呈现的社会场景刺激要么涉及多人之间进行社会互动，要么是视频中的人物与视频外的观察者进行社会互动，因此有研究者认为影响眼部注视的因素可能是场景中的社会互动因素而非面孔呈现的方式。Speer 等人(2007)分别呈现包括两人或两人以上进行社会互动的动态或静态的互动社会场景，以及仅包括一人的动态或静态的孤立社会场景，考察社会互动因素对面孔加工的影响作用。研究结果证实，仅在动态互动社会场景下，高功能 ASD 青少年的眼部注视时间才显著少于对照组。

1.3　ASD 成人面孔加工中眼部注视不足

大部分来自于 ASD 成人的呈现去情景化的面孔刺激的眼动研究结果表明, ASD 成人较 TD 成人更少地注视眼部(Corden, Chilvers, & Skuse, 2008; Fujioka et al., 2016; Hernandez et al., 2009; Pelphrey et al., 2002; Rutherford & Towns, 2008; Spezio, Adolphs, Hurley, & Piven, 2007; Sterling et al., 2008)。例如，研究者发现在自由观察静态中性面孔(Fujioka et al., 2016; Sterling et al., 2008)、静态情绪面孔(Corden et al., 2008)、伴随眨眼和嘴部运动的动态中性面孔(Fujioka et al., 2016)时, ASD 成人比控制组更少注视眼部。还有研究分别发现 ASD 成人在自由观看面孔和表情识别中(Corden et al., 2008)，或熟悉与陌生面孔识别中(Sterling et al., 2008)均表现出眼部注视不足。此外，Corden 等人(2008)的研究发现 ASD 成人在 6 种基本表情面孔中均比 TD 成人更少注视眼部，而 Hernandez 等人(2009)发现 ASD 成人在直视和斜视面孔中均存在眼部注视不足现象。由此可见，ASD 成人在面孔刺激中表现出来的眼部注视不足不受面孔熟悉性、视线方向、表情类型和任务类型影响。

与呈现面孔刺激的研究比较而言，呈现社会场景考察 ASD 成人面孔加工的研究较少。然而，仅有的少数研究亦一致证实，当面孔呈现在社会场景中时, ASD 成人较少注视眼部(Bird, Press, & Richardson, 2011; Birmingham, Cerf, & Adolphs, 2011; Nakano et al., 2010)。例如，呈现动态社会场景视频的研究结果显示，ASD 成人比对照组更少地注视眼部(Bird et al., 2011; Nakano et al., 2010)。Birmingham 等人(2011)呈现静态社会场景图片的研究也证实 ASD 成人与杏仁核损伤病人一样，比 TD 对照组更少注视眼部。因此，在动态和静态社会场景中 ASD 成人均表现出眼部注视不足。

2　ASD 个体面孔加工中眼部注视不足的神经功能后果

鉴于眼部蕴涵着丰富的社会适应性信息，来自 TD 个体的大量研究证实眼部在面孔加工任务中发挥着重要作用(Tanaka & Sung, 2016)。那么 ASD 个体在各类面孔认知加工任务中表现出来的障碍是否与其眼部注视不足相关呢？眼动研究结果表明，ASD 个体的负性表情识别障碍与眼部注视不足相关。而同时搜集眼动和神经生理数据的研究进一步发现，ASD 个体面孔加工中的神经激活模式异常亦与眼部注视不足相关。

2.1　ASD 个体面孔加工中的负性表情识别障碍与眼部注视不足相关

眼动研究显示高功能 ASD 个体常常在厌恶、愤怒和伤心，尤其是恐惧等负性效价情绪识别任务上表现出障碍，而在高兴、惊奇等正性效价情绪面孔识别上表现正常，而这种负性情绪识别障碍可能与眼部注视不足相关(Ashwin, Chapman, Colle, & Baron-Cohen, 2006; Bal et al., 2010; Corden et al., 2008; Rutishauser et al., 2013; Wallace, Coleman, & Bailey, 2008)。例如，单独呈现表情面孔的关键特征如眼部或嘴部要求被试进行表情识别的研究发现, TD 个体通过眼部识别恐惧、高兴和伤心表情的准确性显著高于嘴部，而 ASD 个体不存在此眼部加工优势(Wallace et al., 2008)，甚至与此相反(Rutishauser et al., 2013)。Corden 等人(2008)和 Song 等人(2016)运用面部表情识别任务的眼动追踪研究均发现，ASD 个体的眼部注视时间与恐惧表情识别准确性之间存在正相关。这说明 ASD 个体在识别恐惧和害怕表情上表现出来的障碍可能是由于他们比 TD 对照组更少注视此类表情面孔的眼部。

2.2　ASD 个体面孔加工中的神经激活模式异常与眼部注视不足相关

同时搜集眼动和神经生理数据的研究结果进一步显示，ASD 个体面孔加工中的神经激活模式异常可能与眼部注视不足相关(Dalton et al., 2005; Wagner et al., 2013)。例如, Dalton 等人(2005)的研究首先证实，在面孔自由观察任务中，眼部注视不足可能导致 ASD 个体的面孔加工相关脑区(如梭状回)激活水平不足。Wagner 等人(2013)的研究

还发现, TD 个体的眼部注视比率与 N170 成分的潜伏时间呈显著负相关, 而 ASD 个体未表现出此现象。由此可见, ASD 个体在面孔加工相关任务中表现出来的异常神经激活模式可能与眼部注视不足相关。

此外, 还有研究进一步发现, 当实验任务要求被试注视眼部时, ASD 个体面孔认知加工中的神经激活模式恢复正常(Hadjikhani et al., 2004; Perlman, Hudac, Pegors, Minshew, & Pelphrey, 2011; Webb et al., 2012; Zürcher et al., 2013)。例如, Hadjikhani 等人(2004)与 Webb 等人(2012)的神经生理研究发现, 当操纵注意线索指向眼部时, 高功能 ASD 成人与 TD 成人一样, 面孔诱发了较之于物体更快更大的 P1 和 N170 成分, 而在自由观察条件下, 仅 TD 成人表现出此现象。Perlman 等人(2011)呈现恐惧表情面孔, 通过设置注视点控制被试在面孔各部位的注视时间, 考察高功能 ASD 成人面孔注视模式对梭状回激活水平的影响。他们的研究发现, 在自由观察条件下, ASD 成人的梭状回激活水平显著低于对照组, 而当注意线索指向眼部时, ASD 组梭状回的激活水平显著提高, 且与对照组无差异。上述研究结果进一步说明, ASD 个体异常的面孔加工神经激活模式可能与该群体缺乏自发性指向眼部的社会性注意定向相关。

3 ASD 个体面孔加工中眼部注视不足的原生神经机制——杏仁核激活异常

一项早期经典研究证实, 双侧杏仁核损伤病人在恐惧表情识别任务上表现出的障碍可能是由于缺乏指向眼部的自发性注意定向(Adolphs, Tranel, Damasio, & Damasio, 1994)。当指导语要求注视眼部时, 该病人完全恢复了恐惧表情的识别能力(Adolphs et al., 2005)。这说明杏仁核在指向眼部的社会性注意定向中发挥着重要作用。Birmingham 等人(2011)将 ASD 成人与杏仁核损伤病人进行直接比较的研究也证实, 在自由观看真实自然社会场景时, 与杏仁核损伤病人一样, ASD 成人比对照组更少注视眼部。因此, ASD 个体眼部注视不足可能是由于杏仁核先天受损导致该群体缺乏此类注意定向行为。然而, 尽管大量研究已经证实 ASD 个体在面孔加工中眼部注视不足与杏仁核激活异常相关, 但是研究者对于杏仁核是过度激活主动回避眼部还是激活不足被动忽视眼部仍存分歧。

3.1 ASD 个体眼部注视不足或源于杏仁核过度激活

第一种观点认为 ASD 个体眼部注视不足可能由于杏仁核的负性效价情绪过度唤醒而主动回避眼部(Corden et al., 2008; Dalton et al., 2005; Tottenham et al., 2014)。例如, Dalton 等人(2005)首先运用眼动追踪和 fMRI 技术, 呈现静态面孔刺激, 设置表情和面孔识别任务, 考察 ASD 成人在面孔加工过程中眼部注视行为及其与大脑激活模式之间的关系。眼动数据显示, ASD 成人在两种任务中眼部注视时间均显著低于对照组。脑成像数据显示, ASD 成人的梭状回激活水平显著低于对照组而杏仁核激活水平又显著高于对照组, 且两个脑区的激活水平与其自发性眼部注视时间呈正相关。他们推测, 梭状回激活不足可能与杏仁核过度激活导致主动回避眼部有关。然而, Tottenham 等人(2014)认为 Dalton 等人的研究不能判断 ASD 成人杏仁核激活的情绪效价, 因此他们的研究要求被试对生气和中性面孔表情进行威胁指数评定, 设置自由观察和强迫注视眼部两种实验条件, 比较杏仁核对眼部注视的反应激活水平。研究结果发现, 在自由观察情境下, ASD 组对中性面孔威胁指数评估越高, 他们对眼部的注视时间就越少, 而杏仁核激活水平越高。而在强迫注视眼部的实验条件下, ASD 组较高的杏仁核激活水平进一步增强。因而, 他们认为 ASD 个体可能为了降低杏仁核负性效价情绪过度唤醒而引发的焦虑水平, 进而主动有意回避眼部。

3.2 ASD 个体眼部注视不足或源于杏仁核激活不足

第二种观点认为 ASD 个体眼部注视不足可能与其在面孔认知加工任务中杏仁核激活不足进而导致对眼部信息缺乏社会性动机有关(Baron-Cohen, 2017; Moriuchi et al., 2017; Perlman et al., 2011; Rutishauser et al., 2013)。例如, Perlman 等人(2011)呈现恐惧表情面孔, 通过设置注视点控制面孔各部位的注视时间, 以此考察面孔注视模式对杏仁核激活水平的影响作用。该研究发现, 在自由观察条件下, ASD 成人杏仁核的激活水平显著低于对照组, 而当线索指向眼部时无差异。研究者认为在自由观察条件下, TD 组的杏仁核处于激活状态并引发指向眼部的社会注意定向, 而

ASD 个体的杏仁核激活不足进而导致缺乏此行为。当线索指向眼部时, TD 个体在此情景下无需激活杏仁核启动指向眼部的社会注意定向, 因而杏仁核激活水平较自由观察时显著下降, 因而与 ASD 组之间在自由观察条件下存在的差异消失。在另一项个案研究中, Rutishauser 等人(2013)在两个患有癫痫症的 ASD 成人的杏仁核中甚至还探测到某些神经元对眼部信息缺乏敏感性。在他们的研究中, 研究者分别呈现完整面孔、部分面孔的"气泡"面孔、单独呈现眼部或嘴部的面孔特征等 4 种刺激, 要求被试识别高兴和伤心两种表情。研究结果显示, 在气泡面孔和面孔特征中, ASD 成人杏仁核中的某些神经元对眼部信息反应不灵敏而对嘴部信息反应灵敏, 而对照组与此相反。上述两个研究说明, ASD 个体眼部注视不足与杏仁核激活不足导致对眼部信息缺乏社会性注意动机相关。

3.3　ASD 个体眼部注视不足或同时源于杏仁核过度激活和激活不足

为了调和上述分歧, 有研究者认为 ASD 个体眼部注视不足可能既涉及杏仁核的过度激活也涉及其激活不足(Kliemann, Dziobek, Hatri, Baudewig, & Heekeren, 2012; Zürcher et al., 2013)。Kliemann 等人(2012)的 fMRI 研究分别设置初始注视点位于眼部和嘴部两种条件, 要求被试完成表情识别任务。结果显示, 在初始注视点位于眼部时, ASD 个体的杏仁核激活水平显著高于 TD 个体; 而初始注视点位于嘴部时, 则显著低于 TD 个体。Zürcher 等人(2013)运用"撒切尔错觉(the Thatcher illusion)"实验范式所进行的 fMRI 研究也发现, 当线索指向嘴部时, ASD 个体包括杏仁核在内的皮下通路的激活水平显著低于 TD 个体; 当线索指向眼部时, 则显著高于 TD 个体。上述两个研究共同说明, 当实验任务引导被试注视嘴部时, TD 组的杏仁核处于激活状态并引发其指向眼部的社会注意定向, 而 ASD 个体的杏仁核激活不足导致无此行为。而当线索引导被试注视眼部时, ASD 个体的杏仁核激活水平又会显著高于 TD 组, 这可能是因为视线接触引发了该群体杏仁核负性效价情绪过度唤醒。Kliemann 等人(2012)认为导致该结果的原因可能是因为杏仁核在解剖学上不是一个单一结构, 而是由几个具有不同功能的亚核组成。因而, 他们推测 ASD 个体不同杏仁核亚核均存在激活异常, 因而导致该群体既缺乏指向眼部的社会注意定向, 也存在视线接触引发的负性效价情绪反应。

4　ASD 个体面孔加工中眼部注视不足的次生神经机制——社会脑发展异常

由于眼睛蕴含着丰富的社会性信息, 因而个体指向眼部的社会性注意与其社会脑的发展密切相关, 而杏仁核在社会脑的形成过程中扮演着重要角色。面孔双重加工理论(the Two-Process Theory of Face Processing)提出, 除后天经验驱动形成的皮层通路外, 面孔加工还存在一条包括杏仁核在内的皮下快速通路。作为人类先天机制而存在的皮下快速通路能够对面孔信息进行快速无意识初始探测和定向, 先行于并调节皮层通路加工过程, 在后期社会性视觉注意资源分配中起着重要的调节作用。因此, 该快速通路使个体在生命之初即对社会性信息具有加工优势, 进而使个体逐渐形成一个由腹内侧前额叶、颞上回、梭状回、扣带回等皮层组织以及上丘脑、枕核、杏仁核等皮层下组织组成的神经网络结构, 即专门加工社会性信息的社会脑(Senju & Johnson, 2009; Johnson, Senju, & Tomalski, 2015)。

基于上述理论, 从发展的视角来看, Schultz (2005)提出, ASD 个体杏仁核先天功能损伤将导致该群体缺乏面孔信息的加工优势, 进而导致面孔加工皮层区域的视觉输入减少。由于剥夺了正常的社会性视觉信息输入, 因而面孔加工皮层区域, 尤其是梭状回, 未能得到正常发展, 进而导致该群体的社会脑发展异常。同时, 鉴于社会脑的形成是一个由经验驱动的起始于婴儿期早期直到青春期后期才逐渐成熟的漫长发展过程(Amestoy, Guillaud, Bouvard, & Cazalets, 2015; Meaux et al., 2014), 笔者认为 ASD 个体眼部注视不足之所以随年龄发展逐渐显现, 可能是由于作为对照组的 TD 个体的社会脑的发展是一个漫长历程。对于 TD 个体而言, 眼睛的社会性意义是随着年龄的增长和社会脑的发展逐渐增强的。而 ASD 个体由于社会脑的异常发展导致其始终缺乏对眼睛所蕴涵的社会性意义的理解, 因而两者眼部注视时间的差异随发展而逐渐显现。

4.1　婴儿期 ASD 个体社会脑发展异常而 TD 个体社会脑初步发展

前瞻研究发现, 后期确诊的高危 ASD 婴儿的眼部注视在 6 个月时与 TD 个体尚无差异, 且场景

因素对两者的影响作用相同。这可能是由于在婴儿早期 TD 个体社会脑处于发展初期，因而与 ASD个体一样, TD个体的视觉注意行为主要是由场景中的视听同步性(audiovisual synchrony)、感知觉突显性、运动或对比度等物理性特征而非社会性意义所引导(Klin, Shultz, & Jones, 2015)。因此，在呈现静止面孔时, 6 个月的 TD 婴儿与 ASD 婴儿表现出同等眼部注意偏好。而这可能是因为两者均是基于眼部较之于面孔其它部位具有更高对比度。当呈现动态言语互动面孔时，两类婴儿的视觉注意行为由于受运动或视听同步性等物理性特征引导, 因而嘴部注视增加而眼部注视减少。

纵向追踪前瞻眼动研究发现，在自由观看动态言语互动场景中，两类婴儿眼部注视时间在 2 至 24 个月之间呈现不同发展趋势。这可能是由于社会脑的初步发展使 TD 个体的视觉注意行为在生命早期 2 至 6 个月期间发生了一次由反射性到社会性、由皮下控制到皮层控制的关键性转变(Klin, Shultz, et al., 2015)。在这次转变之后, TD 个体的视觉注意行为开始逐渐为场景中社会性意义所引导，因此即使在动态言语互动场景中也始终保持眼部偏好。然而 ASD 个体由于缺乏此关键性转变，因而其视觉注意行为仍为物理性特征所引导，在动态言语互动场景中眼部注视时间逐渐减少，直到 2 岁左右显著少于 TD 组。

4.2 儿童期/青春期 ASD 个体社会脑发展异常而 TD 个体社会脑缓慢发展

在 2 岁之后，随着社会脑的发展，场景中的社会性意义在 TD 儿童或青少年的视觉注意行为中的引导作用逐渐增强，而 ASD 个体由于社会脑的异常发展，其视觉注意行为仍受场景中的物理性特征所引导，而这已经被近年的眼动追踪研究所证实(Klin, Shultz, et al., 2015; Wang et al., 2015; 荆伟, 方俊明, 赵微, 2014)。例如, Wang 等人(2015)通过搜集和分析 ASD 个体自由观察 700 个自然真实社会场景图片的眼动数据，通过数据驱动分析发现, ASD 个体的视觉注意行为较 TD 组更多受刺激图片像素水平的物理性特征所影响。还有研究显示 ASD 个体的视觉注意行为具有更强的线索效应，即当初始注视点位于某一区域，ASD 个体在此区域的注视时间就显著长于 TD 个体：当初始注视点位于中心时，即使中心没有任何事物 ASD 个体也会长时间注视中心(Wang et al., 2015); 当初始注视点位于面孔某一部位时, ASD 个体对该部位的注视时间也会显著长于 TD 个体(Moriuchi et al., 2017)。由此可见, ASD 个体的视觉注意行为受到场景中的物理性特征引导。

因此, Chawarska 和 Shic (2009)认为处于儿童期/青春期的两类群体在自由观察面孔刺激中对眼部所具有的同等关注度可能是基于不同机制：TD 儿童/青少年可能是从眼部提取身份或表情等社会性信息；而 ASD 儿童/青少年则可能仍然是基于眼部具有更高对比度这一物理性特征。有研究显示 ASD 个体比对照组更偏好于注视视觉刺激中高对比度区域(Shic, Scassellati, Lin, & Chawarska, 2007)。这就将导致两者在真实互动社会场景中的眼部注视表现出差异：视觉注意行为受社会性意义引导的 TD 儿童/青少年在社会场景中仍会更多关注眼部；而视觉注意行为受物理性特征引导的 ASD 儿童/青少年的眼部注视则会显著少于 TD 组，因为社会场景刺激包括更多高对比度区域、视听同步性和空间运动等物理性特征。

4.3 成人期 ASD 个体社会脑发展异常而 TD 个体社会脑发展成熟

在童年期之后，随着社会脑的成熟，眼部的社会性意义将进一步增强。Meaux 等人(2014)的研究就曾证实，儿童期 TD 个体的视觉面孔扫描模式存在一个缓慢的发展历程，其眼部注视时间比率随年龄增长由 30%逐渐增加到 45%。但即使处于童年后期的 TD 个体的面孔加工模式仍未达到“成人”模式，有研究证实成人在面孔识别任务中的眼部注视时间比率接近 60%(Henderson, Falk, Minut, Dyer, & Mahadevan, 2001)。因而他们认为，成为面孔加工专家的 TD 成人会表现出对眼部的反射性自动快速注意定向(Scheller, Büchel, & Gamer, 2012)，以及更强的视觉注意偏好(Henderson et al., 2001)。而同时比较 ASD 和 TD 两类群体面孔扫描模式发展变化的研究发现, TD 成人眼部注视时间比率显著高于 TD 儿童、ASD 成人和儿童，且此三组之间不存在差异(Nakano et al., 2010;Amestoy et al., 2015)。我们认为这可能是由于眼睛对 TD 个体的社会性意义随年龄增长和社会脑成熟而逐渐增强，因而在自由观看面孔时其眼部注视时间比率亦随年龄增长而增加，然而 ASD 个体可能始终基于对比度这一物理性特征，因而眼部注视时间未随年龄增长而增加。因此，到成人期，即使在

面孔自由观察中, ASD 个体的眼部注视时间亦显著少于 TD 个体。

5　总结与展望

通过对于已有研究的梳理, 关于 ASD 个体是否存在眼部注视不足的分歧, 本文认为 ASD 个体眼部注视不足是随年龄发展而逐渐显现, 而不同发展阶段又受到实验刺激材料的不同影响作用。基于前述分析, 我们推测其潜在的认知机制可能是, TD 个体视觉注意行为存在由物理性向社会性的早期关键性转变以及社会性后期逐步增强的漫长发展过程, 而 ASD 个体的视觉注意行为则始终为物理性因素所引导。为了验证上述假设进而澄清上述分歧, 我们认为今后的研究应围绕着物理性特征对 ASD 个体眼部注视行为的影响作用进一步探讨以下问题：1) ASD 儿童和青少年与 TD 对照组在面孔自由观察中对眼部的同等关注程度是否是基于不同的视觉注意机制？孤立面孔刺激之所以不能揭示两者之间的差异主要是因为, 与社会场景刺激中或真实生活情境中的眼部信息比较而言, 孤立面孔刺激中眼部信息的物理空间面积较大, 物理空间位置一般居中, 对比度特征也较明显, 无关干扰物理信息较少。鉴于 ASD 个体的视觉注意行为表现出的中心效应和线索效应(Wang et al., 2015), 我们推测 ASD 个体是基于这些物理性特征才表现出与 TD 对照组相同的眼部注视行为。因此, 今后的研究可以尝试在面孔刺激中引入物理性特征变量, 如控制初始注视点或调整对比度特征, 考察此类因素是否会使 ASD 个体在面孔自由观察任务中的面孔扫描模式与 TD 对照组产生差异, 以此揭示两类被试不同的视觉注意机制; 2)虽然已有研究通过引入刺激材料变量证实, ASD 青少年或儿童的眼部注视不足仅发生在真实复杂互动的社会场景刺激中。然而, 目前还未有研究进一步探讨社会场景内部的哪些因素导致了 ASD 青少年或儿童的眼部注视不足。依据前述分析, 笔者推测在社会场景中, 背景空间特征或刺激呈现时间等物理性因素将会影响 ASD 个体在社会场景中的社会性注意行为。因此, 今后的研究还应控制社会场景内部的物理性因素和社会性信息, 考察两种因素对 ASD 青少年或儿童视觉注视行为的影响作用, 以期证实 ASD 个体眼部注视不足的潜在认知机制。

关于杏仁核异常激活模式的争论, 从发展的视角来看, 考虑到 ASD 个体眼部注视不足是随年龄增长而逐渐显现的观点, 本文推测 ASD 个体可能从生命之初就存在杏仁核激活不足所导致的社会脑发展异常, 进而使该群体始终对眼部信息缺乏社会性注意动机, 因而其视觉注意行为始终为物理性因素而非社会性意义所引导。另一方面, 考虑到杏仁核可能既参与社会动机过程也参与情绪反应过程, 以及 ASD 个体直到童年后期才表现出的焦虑症状(van Steensel, Bögels, & Perrin, 2011), 我们进一步推测, 由于长期的社会交往障碍, 视线接触可能直到童年后期才会引发该群体的杏仁核过度激活, 进而产生焦虑情绪。为降低焦虑水平, 该群体表现出主动回避眼部的行为。那么, 除了前文中提到的 TD 个体眼部注视偏好随年龄增长逐渐增强外, ASD 个体随年龄增长而逐渐表现出对视线接触的焦虑性回避行为也会随着年龄发展进一步扩大两类群体眼部注视行为的差异。然而, 由于以往支持杏仁核过度激活观点的研究均是以童年后期或成人期 ASD 个体为被试, 目前仅有 Moriuchi 等人(2017)以确诊之初的 2 岁 ASD 幼童为被试的眼动研究初步证实, ASD 个体在生命早期表现为缺乏对眼部所蕴涵的社会性意义的理解而被动忽视眼部。鉴于 Moriuchi 等人的研究仅仅提供了眼动行为水平上的间接证据, 今后应考虑同时搜集眼动追踪数据和脑功能成像数据, 对 ASD 幼童与 ASD 青少年或成人进行横向比较, 最好能够对其进行纵向追踪, 考察该群体在面孔加工任务中的眼部注视行为与杏仁核激活模式之间的关系。与此同时, 我们认为要澄清上述分歧, 关键在于澄清此行为是一种有意识的主动行为还是一种无意识的被动行为。然而, 由于大多数已有研究所选取的因变量指标均为眼部注视时间比率, 该眼动指标只能够反映眼部注视减少的结果, 却不能区分被试减少眼部注视到底是有意为之还是无意使然。因此, 在此类研究中, 研究者今后还应选取能够反映出被试是有意主动还是无意被动转移视线的眼动指标, 如眼跳潜伏时间或眼跳次数, 通过比较两类群体眼跳指标的差异, 同时结合脑功能成像数据, 以期能够澄清上述分歧。

参考文献

荆伟, 方俊明, 赵微. (2014). 自闭症谱系障碍儿童在多重线索下习得词语的眼动研究. *心理学报, 46*(3), 385–395.

Adolphs, R., Gosselin, F., Buchanan, T. W., Tranel, D., Schyns, P., & Damasio, A. R. (2005). A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature, 433*(7021), 68–72.

Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. (1994). Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature, 372*(6507), 669–672.

Amestoy, A., Guillaud, E., Bouvard, M. P., & Cazalets, J.-R. (2015). Developmental changes in face visual scanning in autism spectrum disorder as assessed by data-based analysis. *Frontiers in Psychology, 6*, 989.

Ashwin, C., Chapman, E., Colle, L., & Baron-Cohen, S. (2006). Impaired recognition of negative basic emotions in autism: A test of the amygdala theory. *Social Neuroscience, 1*(3–4), 349–363.

Bal, E., Harden, E., Lamb, D., van Hecke, A. V., Denver, J. W., & Porges, S. W. (2010). Emotion recognition in children with autism spectrum disorders: Relations to eye gaze and autonomic state. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 40*(3), 358–370.

Baron-Cohen, S. (2017). The eyes as window to the mind. *The American Journal of Psychiatry, 174*(1), 1–2.

Bird, G., Press, C., & Richardson, D. C. (2011). The role of alexithymia in reduced eye-fixation in autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*(11), 1556–1564.

Birmingham, E., Cerf, M., & Adolphs, R. (2011). Comparing social attention in autism and amygdala lesions: Effects of stimulus and task condition. *Social Neuroscience, 6*(5–6), 420–435.

Chawarska, K., Macari, S., & Shic, F. (2012). Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 53*(8), 903–913.

Chawarska, K., Macari, S., & Shic, F. (2013). Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry, 74*(3), 195–203.

Chawarska, K., & Shic, F. (2009). Looking but not seeing: Atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 39*(12), 1663–1672.

Corden, B., Chilvers, R., & Skuse, D. (2008). Avoidance of emotionally arousing stimuli predicts social-perceptual impairment in Asperger's syndrome. *Neuropsychologia, 46*(1), 137–147.

Cox, A., Klein, K., Charman, T., Baird, G., Baron Cohen, S., Swettenham, J., … Wheelwright, S. (1999). Autism spectrum disorders at 20 and 42 months of age: Stability of clinical and ADI-R diagnosis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 40*(5), 719–732.

Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., …Davidson, R. J. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience, 8*(4), 519–526.

de Wit, T. C. J., Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2008). Young children with autism spectrum disorder look differently at positive versus negative emotional faces. *Research in Autism Spectrum Disorders, 2*(4), 651–659.

Elsabbagh, M., Bedford, R., Senju, A., Charman, T., Pickles, A., Johnson, M. H., & The BASIS Team. (2014). What you see is what you get: Contextual modulation of face scanning in typical and atypical development. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 9*(4), 538–543.

Elsabbagh, M., Mercure, E., Hudry, K., Chandler, S., Pasco, G., Charman, T., … the BASIS Team. (2012). Infant neural sensitivity to dynamic eye gaze is associated with later emerging autism. *Current Biology, 22*(4), 338–342.

Falck-Ytter, T., Fernell, E., Gillberg, C., & von Hofsten, C. (2010). Face scanning distinguishes social from communication impairments in autism. *Developmental Science, 13*(6), 864–875.

Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2011). How special is social looking in ASD: A review. *Progress in Brain Research, 189*, 209–222.

Fujioka, T., Inohara, K., Okamoto, Y., Masuya, Y., Ishitobi, M., Saito, D. N., … Kosaka, H. (2016). Gazefinder as a clinical supplementary tool for discriminating between autism spectrum disorder and typical development in male adolescents and adults. *Molecular Autism, 7*, 19.

Grandgeorge, M., Degrez, C., Alavi, Z., & Lemonnier, E. (2016). Face processing of animal and human static stimuli by children with autism spectrum disorder: A pilot study. *Human-Animal Interaction Bulletin, 4*(2), 39–53.

Hadjikhani, N., Joseph, R. M., Snyder, J., Chabris, C. F., Clark, J., Steele, S., … Tager-Flusberg, H. (2004). Activation of the fusiform gyrus when individuals with autism spectrum disorder view faces. *NeuroImage, 22*(3), 1141–1150.

Hanley, M., McPhillips, M., Mulhern, G., & Riby, D. M. (2013). Spontaneous attention to faces in Asperger syndrome using ecologically valid static stimuli. *Autism, 17*(6), 754–761.

Henderson, J. M., Falk, R. J., Minut, S., Dyer, F. C., & Mahadevan, S. (2001). Gaze control for face learning and

recognition in humans and machines. In T. Shipley & P. Kellman (Eds.), *From fragments to objects: Segmentation processes in vision* (pp. 463–481). New York: Elsevier.

Hernandez, N., Metzger, A., Magné, R., Bonnet-Brilhault, F., Roux, S., Barthelemy, C., & Martineau, J. (2009). Exploration of core features of a human face by healthy and autistic adults analyzed by visual scanning. *Neuropsychologia, 47*(4), 1004–1012.

Hosozawa, M., Tanaka, K., Shimizu, T., Nakano, T., & Kitazawa, S. (2012). How children with specific language impairment view social situations: An eye tracking study. *Pediatrics, 129*(6), e1453–e1460.

Itier, R. J., & Batty, M. (2009). Neural bases of eye and gaze processing: The core of social cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33*(6), 843–863.

Johnson, M. H., Senju, A., & Tomalski, P. (2015). The two-process theory of face processing: Modifications based on two decades of data from infants and adults. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 50*, 169–179.

Jones, W., Carr, K., & Klin, A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Archives of General Psychiatry, 65*(8), 946–954.

Jones, W., & Klin, A. (2013). Attention to eyes is present but in decline in 2–6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature, 504*, 427–431.

Kliemann, D., Dziobek, I., Hatri, A., Baudewig, J., & Heekeren, H. R. (2012). The role of the amygdala in atypical gaze on emotional faces in autism spectrum disorders. *Journal of Neuroscience, 32*(28), 9469–9476.

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry, 59*, 809–816.

Klin, A., Klaiman, C., & Jones, W. (2015). Reducing age of autism diagnosis: Developmental social neuroscience meets public health challenge. *Revista de Neurologia, 60*, S3–S11.

Klin, A., Shultz, S., & Jones, W. (2015). Social visual engagement in infants and toddlers with autism: Early developmental transitions and a model of pathogenesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 50*, 189–203.

Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. H., Jr., Leventhal, B. L., DiLavore, P. C., …Rutter, M. (2000). The autism diagnostic observation schedule–generic: A standard measure of social and communication deficits associated with the spectrum of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 30*(3), 205–223.

McPartland, J. C., Webb, S. J., Keehn, B., & Dawson, G. (2011). Patterns of visual attention to faces and objects in autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*(2), 148–157.

Meaux, E., Hernandez, N., Carteau-Martin, I., Martineau, J., Barthélémy, C., Bonnet-Brilhault, F., & Batty, M. (2014). Event-related potential and eye tracking evidence of the developmental dynamics of face processing. *European Journal of Neuroscience, 39*(8), 1349–1362.

Merin, N., Young, G. S., Ozonoff, S., & Rogers, S. J. (2007). Visual fixation patterns during reciprocal social interaction distinguish a subgroup of 6-month-old infants at-risk for autism from comparison infants. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 37*(1), 108–121.

Moriuchi, J. M., Klin, A., & Jones, W. (2017). Mechanisms of diminished attention to eyes in autism. *The American Journal of Psychiatry, 174*(1), 26–36.

Nakano, T., Tanaka, K., Endo, Y., Yamane, Y., Yamamoto, T., Nakano, Y., … Kitazawa S. (2010). Atypical gaze patterns in children and adults with autism spectrum disorders dissociated from developmental changes in gaze behaviour. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 277*(1696), 2935–2943.

Nuske, H. J., Vivanti, G., & Dissanayake, C. (2015). No evidence of emotional dysregulation or aversion to mutual gaze in preschoolers with autism spectrum disorder: An eye-tracking pupillometry Study. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 45*(11), 3433–3445.

Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B. D., & Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 32*(4), 249–261.

Perlman, S. B., Hudac, C. M., Pegors, T., Minshew, N. J., & Pelphrey, K. A. (2011). Experimental manipulation of face-evoked activity in the fusiform gyrus of individuals with autism. *Social Neuroscience, 6*(1), 22–30.

Riby, D. M., & Hancock, P. J. B. (2008). Viewing it differently: social scene perception in Williams syndrome and autism. *Neuropsychologia, 46*(11), 2855–2860.

Rice, K., Moriuchi, J. M., Jones, W., & Klin, A. (2012). Parsing heterogeneity in autism spectrum disorders: Visual scanning of dynamic social scenes in school-aged children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 51*(3), 238–248.

Ritvo, E. R., Jorde, L. B., Mason-Brothers, A., Freeman, B. J., Pingree, C., Jones, M.B., … Mo, A. (1989). The UCLA-University of Utah epidemiologic survey of autism: Recurrence risk estimates and genetic counseling. *The American Journal of Psychiatry, 146*(8), 1032–1036.

Rutherford, M. D., & Towns, A. M. (2008). Scan path differences and similarities during emotion perception in

those with and without autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 38*(7), 1371–1381.

Rutherford, M. D., Walsh, J. A., & Lee, V. (2015). Brief report: Infants developing with ASD show a unique developmental pattern of facial feature scanning. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 45*(8), 2618–2623.

Rutishauser, U., Tudusciuc, O., Wang, S., Mamelak, A. N., Ross, I. B., & Adolphs, R. (2013). Single-neuron correlates of atypical face processing in autism. *Neuron, 80*(4), 887–899.

Saitovitch, A., Bargiacchi, A., Chabane, N., Phillipe, A., Brunelle, F., Boddaert, N., … Zilbovicius, M. (2013). Studying gaze abnormalities in autism: Which type of stimulus to use? *Open Journal of Psychiatry, 3*, 32–38.

Senju, A., & Johnson, M. H. (2009). Atypical eye contact in autism: Models, mechanisms and development. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33*(8), 1204–1214.

Scheller, E., Büchel, C., & Gamer, M. (2012). Diagnostic features of emotional expressions are processed preferentially. *PLoS One, 7*(7), e41792.

Schultz, R. T. (2005). Developmental deficits in social perception in autism: The role of the amygdala and fusiform face area. *International Journal of Developmental Neuroscience, 23*(2–3), 125–141.

Shic, F., Macari, S., & Chawarska, K. (2014). Speech disturbs face scanning in 6-month-old infants who develop autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry, 75*(3), 231–237.

Shic, F., Scassellati, B., Lin, D., & Chawarska, K. (2007, July). *Measuring Context: The Gaze Patterns of Children with Autism Evaluated from the Bottom-up*. Paper presented at the IEEE 6th International Conference on Development and Learning, London, UK.

Song, Y. N., Hakoda, Y. J., & Sang, B. (2016). A selective impairment in extracting fearful information from another's eyes in Autism. *Autism Research, 9*(9), 1002–1011.

Speer, L. L., Cook, A. E., McMahon, W. M., & Clark, E. (2007). Face processing in children with autism: Effects of stimulus contents and type. *Autism: The International Journal of Research and Practice, 11*(3), 265–277.

Spezio, M. L., Adolphs, R., Hurley, R. S. E., & Piven, J. (2007). Analysis of face gaze in autism using “Bubbles”. *Neuropsychologia, 45*(1), 144–151.

Sterling, L., Dawson, G., Webb, S., Murias, M., Munson, J., Panagiotides, H., & Aylward, E. (2008). The role of face familiarity in eye tracking of faces by individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 38*(9), 1666–1675.

Sumi, S., Taniai, H., Miyachi, T., & Tanemura, M. (2006). Sibling risk of pervasive developmental disorder estimated by means of an epidemiologic survey in Nagoya, Japan. *Journal of Human Genetics, 51*(6), 518–522.

Tanaka, J. W., & Sung, A. (2016). The “eye avoidance” hypothesis of autism face processing. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 46*(5), 1538–1552.

Tottenham, N., Hertzig, M. E., Gillespie-Lynch, K., Gilhooly, T., Millner, A. J., & Casey, B. J. (2014). Elevated amygdala response to faces and gaze aversion in autism spectrum disorder. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 9*(1), 106–117.

van Steensel, F. J., Bögels, S. M., & Perrin, S. (2011). Anxiety disorders in children and adolescents with autistic spectrum disorders: A meta-analysis. *Clinical Child and Family Psychology Review, 14*(3), 302–317.

Wagner, J. B., Hirsch, S. B., Vogel-Farley, V. K., Redcay, E., & Nelson, C. A. (2013). Eye-tracking, autonomic, and electrophysiological correlates of emotional face processing in adolescents with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*(1), 188–199.

Wallace, S., Coleman, M., & Bailey, A. (2008). An investigation of basic facial expression recognition in autism spectrum disorders. *Cognition and Emotion, 22*(7), 1353–1380.

Wang, S., Jiang, M., Duchesne, X. M., Laugeson, E. A., Kennedy, D. P., Adolphs, R., & Zhao, Q. (2015). Atypical visual saliency in autism spectrum disorder quantified through model-based eye tracking. *Neuron, 88*(3), 604–616.

Webb, S. J., Merkle, K., Murias, M., Richards, T., Aylward, E., & Dawson, G. (2012). ERP responses differentiate inverted but not upright face processing in adults with ASD. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 7*(5), 578–587.

Young, G. S., Merin, N., Rogers, S. J., & Ozonoff, S. (2009). Gaze behavior and affect at 6 months: Predicting clinical outcomes and language development in typically developing infants and infants at risk for autism. *Developmental Science, 12*(5), 798–814.

Zürcher, N. R., Donnelly, N., Rogier, O., Russo, B., Hippolyte, L., Hadwin, J., & Lemonnier, E. (2013). It’s all in the eyes: Subcortical and cortical activation during grotesqueness perception in autism. *PLoS One, 8*(1), e54313.

Zwaigenbaum, L., Bryson, S., Rogers, T., Roberts, W., Brian, J., & Szatmari, P. (2005). Behavioral manifestations of autism in the first year of life. *International Journal of Developmental Neuroscience, 23*(2–3), 143–152.

The diminished attention to eye in the face processing of individuals with autism spectrum disorder

JING Wei[1]; LIU Ziqin[2]

([1] *College of Education, Shaanxi Normal University, Xi'an* 710062, *China*)

([2] *Qiannan Special Education School, Duyun* 558022, *China*)

Abstract: Early clinical observational research found that individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD) were less likely to look at others' eyes during social interactions. However, recent eye-tracking studies have found that diminished eye region fixation in face processing of individuals with ASD is gradually appearing along with the age growth, which is associated with face processing impairment. The underlying cognitive neural mechanism may be derived not only originally from the abnormal amygdala activation, but also secondarily from the abnormal social brain development. However, it is not yet clear whether the ASD individual's amygdala is hyperactivated to actively avoid eyes or is hypoactivated to passively overlook eyes. In the future, researchers should conduct the combination studies of vertical comparison and horizontal tracking across different age stages and different research levels by collecting both eye movement and neural physiological data.

Key words: ASD individuals; face processing; diminished eye region fixation; abnormal amygdala activation